

長生きサロン [宇宙や地球の不思議講師久保田]

2025年3月1日(土) 石神井庁舎会議室
13時30分~16時45分予定のち親睦会開催

発熱時や体調不良時はご来場をお控えください。会場ではマスクの着用を推奨します。

本日の予定

- 1) 46億年の宇宙・地球の歴史を知ろう
—宇宙/台地/大気/水/生命
- 2) 地球の誕生⇒現在⇒**未来**を考える
—生物に大切なものは何か?
- 3) 宇宙・地球の不思議を研究した人たち
・何故、どうして、why?

目次

1. 46億年の宇宙・地球の歴史 (概要)
2. 宇宙の出来事/未来
「宇宙に浮かぶ地球」の設計図 (宇宙)
「鉄の惑星」の設計図 (大地)
「風の惑星」の設計図 (大気)
「水の惑星」の設計図 (水)
「生命の惑星」の設計図 (生命)
3. 地球の設計図」の解説者たち
＜宇宙や地球の不思議を解明した人達＞

参考書

- 1) 地球の設計図 (奇跡の仕組みを解き明かす)
青春出版社、斎藤靖二 (監修) ¥1,200
- 2) 日本列島誕生のトリセツ
昭文社 (¥1,650)
ニュウトン

		年 (頃)	宇宙	大地	大気	水	生命	
冥 王 代	(6億年)	46億年前	太陽系に8つの惑星が 出来る(●)				●(水星、金星、地球、火星、木星、土星、天王星、海王星)	
		45億年前	地球に巨大な微惑星が 衝突「ジャイアントインパクト説。」 *月の誕生	生れたての地球はマグマの海 「マグマオーシャンに」おおわれていた				
古 代	(17億年)	40億年前	微惑星の 衝突が減る	地表が冷えて地殻が 出来る	大気が冷え、大量の 雨が降り続く	海が出来る (現在と同程度の海水量に)	原始生命の誕生	
		38億年前					最古の生命の痕跡が見つかる	
		28億年前		上部マントルの沈み込み にともない下部マントル が上昇する「マントル」				
		27億年前		磁場の発生			海中に酸素が溶け込む	光合成生物「シアノバクテリア」 が誕生
原 生 代	(17.6億年)	23億年前			氷点下30度℃まで 下がる	地球全体が凍結 「スノーボールアース」	大量絶滅▼	
		20億年前			地場の逆転現象が 見られる			
		7.5億年前		大量の海水が地中へ 運ばれる	酸素濃度の増加	海水量が減り、 陸地が増える		
		7億年前			氷点下30度Cまで↓↓	「スノーボールアース」	大量絶滅▼	
		6.4億年前			氷点下30度Cまで↓↓	「スノーボールアース」	大量絶滅▼	
		5.9億年前			温暖になる			生物の急激進化 「エディアカラ生物群」

		年 (頃)	宇宙	大地	大気	水	生命
古 生 代	カンブリア紀	5.4億年前					生物の爆発的進化 「カンブリア爆発」
	オルドビス紀	4.43億年前		スーパーホットブルーム による火山の大噴火	氷河時代の到来	海面が凍結。水位が 変動する。	オルドビス紀末の大量絶滅▼
	デボン紀	4.1億年前					シダ植物の出現。 両生類が生れ、陸上へ進出
	デボン紀	4億年前					昆虫類が陸上に現れる。
	デボン紀	3.7億年前			大規模な寒冷化	海面の低下	デボン紀後期の大量絶滅▼
	石炭紀	3億年前					爬虫類が登場
	ペルム紀 (2.1億年)	2.52億年前		・ マントルオーバーターン による超巨大噴火	・ 大気中が大量の粉塵や 火山ガスで満たされる	海洋の酸素欠乏に	ペルム紀末の大量絶滅▼
中 生 代	三畳紀	2.25億年前					恐竜や爬虫類が登場、鳥類が生る
		2.01億年前		海底で巨大な火山活動が起きる、陸と海の酸素濃度の低下			三畳紀末期の大量絶滅▼
	ジュラ紀 (1.8億年)	1.50億年前		火山活動の活発化	温室効果により気温差 が小さくなり、風や 海流の循環が停滞	(~6500万年前) 海が 無酸素状態になる (海洋 無酸素事件)	恐竜の大型化 海中の生物が死滅▼。海底に 堆積した有機物が後の原油に
		1.45億年前					
白亜紀	6600万年前	巨大隕石の衝突 (1千キロ以内即死)	大規模な地震の発生	大量の粉塵で太陽光が 遮られる「衝突の冬説」	酸性雨が降り、海が酸性化 (酸性雨説)	白亜紀末の大量絶滅▼	
新 生 代	古第三紀	4000万年前		インド亜大陸がユーラシア大陸に衝突			
	新第三紀	700万年前				・ 700万年前：最古の人類(猿人)	
	第四紀	20万年前		・ 20万年前(ホモサピエンス) の登場、	60年前 (人類初めての月面着陸成功)	(2/2)	

①地球=太陽系に生まれた「岩石惑星」

- 1) イ) 宇宙は、今から138億年前誕生
- ロ) 成分は、水素とヘリウムのみ
- ハ) これらが集まり、核融合反応し太陽のように白色光を出す恒星が生れる
- 二) 恒星の大部分は、炭素や鉄など星の材料となる物質が作られる。
- ホ) 恒星はその一生を終えると爆発
→この繰り返し
→宇宙に様々な物質が散らばっていった。
⇒太陽もそうした恒星の一つ
(約50億年前に生まれた)

(参: 15)

- 2) 太陽の周りにあったガスや微粒子がぶつかり合って微惑星へ成長。

- 3) それらが衝突・合体

46年前の太陽系に、8つの惑星が出来た。
億(水・金・地・火・木・土・天・海)

②地球の原動力=熱の獲得と放出

- ・原始地球はマグマの海で覆われていた。
(微惑星や隕石の衝突、合体)

★地球は高温化

★深部まで溶けた金属や岩石(マグマオーシャン)

★これらが集合・離散⇒重い鉄、ニッケルなどは、地球の中心部に沈み込み、地球の核を形成。

★地球は、熱の循環と放出で成り立っている。

(現在の地球環境をもたらしている)

(参: 17)

地球の成り立ち(1)

- ・月がなければ、地球の一日は4~6時間だった

(参: 23)

③太陽との絶妙な距離が

今の地球と生物を産み出した。

(リビタブルゾーン)

★大量の水が液体の状態で存在できること。

★地球の隣の金星や火星には、生き物いない

④地球とともに歩んできた月

★今から45億年前、火星位の大きな微惑星が地球に衝突。

★その時の衝突のカケラが一つにまとまって出来たのが月

・月の化学組成と地球のマントルがほぼ同じ

★月は、地球の自転速度を遅くした。

(月がなければ、地球の1日は4~6時間だった)

★月は、今より近かった(1年に3cm程離れる)

★金星・地球・火星比較

	金星	地球	火星
・太陽からの距離(km)	1.8億	1.49億	2.3億
・平均温度℃	464	15	-53
・水の形態	水蒸気	液体	氷
・窒素	1.8	78.1	2.7
・酸素	-	20.9	-
・アルゴン	0.02	0.93	1.6
・二酸化炭素	98.1	0.035	95.3

(参: 19)

⑤月と太陽の引力が地球に及ぼす影響

イ) 月の引力は地面も引張る (月+太陽の力)

・海洋面は50cm、地面は30cm上下する

しかし半日かけた変化のため地球側では気づかない

ロ) 地球の中心部に働く引力も、月の反対側に働く遠心力

の方が大きいため外側へ押し出される

▲月がもたらす大潮と小潮

(参: 25)

・太陽の引力も、潮汐に関係している

(15日毎に起きる大潮や小潮)

⑥温暖化、寒冷化をもたらす (太陽の移動変化)

増: 地球温暖化 (黒点多)

減: 地球は寒冷化 (黒点少)

・判断の目安: 黒点の数

▲最大になる⇒太陽からの放射エネルギー量は0.1%増大

太陽風も強くなる⇒地球の平均気温上昇、温暖化

▼活動が低下⇒黒点減少、地球寒冷化(1645-1715:70年間)

◎太陽の磁場⇒宇宙線から地球を守っている。

しかし太陽の活動低下は、磁場が弱まり、地球は寒冷化する。

(参: 27)

1. 地球の成り立ち

(その2)

⑦地球を守るバリアー (地球中心部から発生している磁場)

・太陽風から地球を守る (N/S)

(参: 29)

⑧膨張し続ける地球と太陽の最期

太陽の寿命は約100億年

現在50億年経過しているが、あと50年で燃え尽きる計算。

・地球の平均気温: 15度c。

・10億年後: 地球の表面温度は100度cになると予想されている。

植物や動物も死滅。

・50億年後、太陽は現在の200倍に膨張、地球を飲み込む。

「鉄の惑星」

イ) 月の引力は地面も引張る (月+太陽の力)

・海洋面は50cm、地面は30cm上下する

しかし、半日かけた変化のため地球側では気づかない

ロ) 地球の中心部に働く引力も、月の反対側に働く遠心力
方が大きいため、外側へ押し出される

「鉄の惑星の設計図」

(参: 32, 33, 37)

①大陸の発生と成長のメカニズム

1) 陸地の誕生

- ・46億年前、生まれたての地球はマグマの海
- ・40億年前になると、地表は冷え、地殻ができる。
- ・その後、大雨が降って、地表は海に。
- ・この頃から地球表層部では、プレート運動が始まる。
- ・海洋底の中央海嶺でマグマ噴出。

- 1) 海洋地殻が作られた。⇒地中へ潜り込む。
- 2) 陸地が集まり、超大陸に成長していった。
- 3) 28億年程前、マントルオーバーターンが発生し、
プレート運動も活発化⇒大陸が1か所に集まり、
最初の超大陸が誕生。

2. 鉄の惑星の設計図

(岩石)

④大陸の衝突で生まれた山脈

▲ヒマラヤ山脈はインドアジアと

ユーラシア大陸が衝突 (年間10cmの速さで北上)

・4000万年程前

△年々高くなる山脈

- ・ヒマラヤ山脈から海に生息する貝の化石が見つかる
- ・現在もインド亜大陸は年間5cmの速度で北上している
- ・標高4000m以上のアルプス山脈 (モンブラン、マッターホルン)
もユーラシア大陸にアフリカ大陸が衝突して誕生したもの。

②地球の表面をおおう巨大な岩板 (プレート)

・地球の表面 = 陸地や海を乗せた厚さ60-100kmの
数10枚のプレートで覆われる。

▽海洋プレート: 2億年前より古いもの見られない

▽大陸プレート: 40億年前以降の記録が残る (陸だから)

(参: 37)

- ・10億年後: 地球の表面温度は100度になると予想されている。
植物や動物も死滅。
- ・50億年後、太陽は現在の200倍に膨張、地球を飲み込む。

(参: 39)

③大陸の合体と分離には規則性があった

ウイelsonサイクル (参: 39)

⑤5億年間の大陸移動 (大陸は集まり分散する)

1) プレートは移動している (プレートテクトニクス)

プレートは、その下にあるマントルが対流することで年数センチと言うゆっくりした速さで動いている。

2) ウェーゲナーの大陸移動説

- ・1912年、独逸の気象学者アルフレッド・ウェーゲナー
- ・世界地図を見て、大西洋を挟んだ南アメリカの東海岸とアフリカの西海岸がジグソーパズルのようにくっ付けられることを発見。「大陸移動説を」発表。
- ・しかし誰も信じなかった。巨大な大陸を動かす仕組みを説明することが出来なかった。

(参: 43)

⑥地球の3割は鉄で出来ている。

(参: 45)

- ・地球の表面 = 30% (陸地)、70% (海)
- ・地球の内部の作り = **地球の重さの34%が鉄** (鉄の惑星)
- ・地球の半径 = 6,371km

・3つの層

—地殻: 平均の厚さ = 30km (大陸地殻 (平均厚40km)
(海洋地殻 (平均厚6km))

—マントル: 地殻の下、2900kmの深さまでである。

—核: 地殻の体積の80%を占めている

地殻とは異なる岩石で出来ていて固体だが、ゆっくりと対流している。

硬さの違いなどから、上側を上部マントル、下側を下部マントルという

⑦地球の内部は循環していた

コールド・ブルーム、ホット・ブルーム
(煙) (参: 47)

⑧地球内部のダイナミクス (2)

- ・対流によって生まれ磁場
(参: 49)

●核の中で電流が発生している

- ・核の半径 = 3400km
- ・成分: 主に鉄やニッケルなど
- ・流体の金属でできた外核とその内側にある固体の金属でできた内核の二重構造
- ・核の温度 = 3,000~6,000° c 以上と推定。
- ・地球にある磁場 ⇒ 外核の中にある液体の金属が対流することで電流が発生。
⇒ 磁場が出来た。

鉄の惑星の設計2

⑨地球内部のダイナミクス (3)

●大量絶滅を引き起こす超巨大噴火

- ・コールドブルームが地球内部まで沈込む事でホットブルームが上昇するというマントルのオーバーターンが発生する。
- ・超巨大噴火が起きることがある。
- ・今から2億5千年前、古生代と中生代の境目、ペルム紀末にも超巨大噴火が起きた。

●磁場の低下による気温低下

- ・コールドブルームが地球内部の核付近まで沈み込むと外核内の液体金属も液体金属も冷やされて対流に乱れが生じる。
- ・その結果、
⇒ 地磁気の逆転が頻繁に起きるようになる。
すると、磁場が弱まり、あるいはゼロに。

⇒ 磁場に防御されていた宇宙線が地球に届く量が増加。⇒ 雲の発生を増加させ、地表を厚い雲で覆う。⇒ 地球の平均気温低下。

(参: 51)

宇宙・地球の何故、なぜ、どうして??

1. 宇宙の大原則「万有引力」発見者：

★ニュートン：地球の表面に近くにある物体は地球の中心に向かって引張られておりそれは月やその他の天体にも適用されると考えた。

→そうした何らかの力がなければ、月は軌道上に止まっていられないはずだ

→質量をもつものすべての物体の間に引力が働き、質量が大きい程、

物体を引く力は多くなる「**万有引力の法則**」を**1665年**に発見する。

・それまで：**アリストテレス**「土・空気・火・水の四原則説」事物はそれが帰属しているものに帰りがると考え、石は地球に向かって落ちるとした。

ガリレオ・ガリレイ：16世紀に落下運動の実験を行った。宇宙までは広がらなかった。

2. 地球は45億5000歳とどうしてわかったか：

★科学的に年代を算出しようとしたのは、⇒18世紀のフランスの博物学者**ビュホン伯爵**。

高温の地球が現在まで冷えるのにかかった時間から⇒**7万5千年**が地球年代とした。

★イギリスの哲学者**チャールズ・ライエル**⇒

地質の歴史は今の地上で見られるのと同様、**ゆっくりした変化で説明**できる。

⇒のちに**チャールズ・ダーウィン**に影響を与える。

→現在のようにゆっくりしたプロセスで変化するため、地球はすでに**何億年**か経っている。

・1896：フランスの**アンリ・ベクレル**「**放射能**」を発見。

放射能はある種の岩石の絶対年代を測定できる。

・アメリカの**パートラム・ポルトウッド**→**2億6500万年**から**20億年以上**割り出した。

・1955年、アメリカの地球科学者**クレア・パターソン**が測定 = **45億5000万年**。

・地球と同じ化学的構造の隕石を測定。

3. 見えない地球の形と中身がどうしてわかるのか

★17世紀の医者で科学者の**ニコラス・ステノ**

・崖の地層の積み重ねを見て、「**上の層ほど、下の層より新しい**」と指摘し、

地層に地球の時間が記録されている事を明らかにした。

あらゆる科学に影響を与えた。**ダーウィンの進化論**もその一つ。

・**自然現象に時間という概念を導入**した。

・化石にも、時代と時間の流れがあることを示した。

・1778、オランダの**ムース川**付近で巨大な骨が発見された。

のちに、巨大な**爬虫類「モササウルス」**と同定される化石。

・19世紀にフランスの**ジョルジュキュウィエ**が**モササウルス**や**プテロダクティルス**

(**巨大な頭部と大きな口が特徴の翼竜**)などの化石には、現代の生物と

類似点がない事に注目し、**絶滅**の現実性を確証した。

- ・その後の化石の発見
 - ープロケサウルス（飛行する爬虫類）（1871）
 - ーその数年後「ディプロドクス」（首と尾が長く、全長25~35mの大型恐竜）
- 1909年「バージェス頁岩」という化石が見つかり、カンブリア紀に爆発的に生物の種類が急増したことが分かった。

◇生命進化の仕組み

★生命は、天地創造の神が作ったものである。

（生物進化→宗教的理由から、長く拒絶）

- ・18世紀に、化石を証拠として、固定的考えに異論続出。

⇒「種は時間をかけて変化してきたのではないか」と

1794年：エラズマス・ダーウィン（チャールズ・ダーウィンの祖父）発表

原始形態の祖先から、より高度な生物が出現して来たと言明。

大量の化石証拠からこの見解が支持された。

1809年：チャールズ・ダーウィンが生まれる。

祖父の理論、1938イギリスの経済学者トマス・マルサスの

「人口論」に大きな影響を受けた。

★人口論 = 「人口の増加が資源の限度を超え、競争につながる。結果として、飢餓や貧困が起きる。」という。

- ・これを植物にも当てはまると考えた。

「動植物の過密が起きたのは、生き延びられない個体がいるため。」
つまり、環境に有利ではない個体は死んでゆき、生き延びた個体はその特質が子孫に受け継がれていく。何世代を経て漸進な変化を遂げるものである。」と言う。（自然選択（淘汰）説と呼んだ。

◇見えない地球の中がどうしてわかるのか

- ・前550年頃、数学者ピタゴラスが、「地球は球体である」と提唱する。
- ・科学的根拠をもとに「球体地球説」を提唱したのは、アリストテレスだ。
- ・地球の大きさを始めて測定したのが、古代ギリシャの天文・地理・数学者のエラトスネス。2地点間の距離を推定して、計算した。4万5000km。実際は、4万75km。すごい。

岩石はどのようにできたのか：

- ・水成論：すべての岩石は海の働きによって出来た（ドイツ地質学者：ウエルナー）
- ・火成論：岩石は地球内部のマグマが冷え、できた（ジェームス ハットン）

地震波

- ・アイルランドの地質学者リチャード・オールダム--P波、S波発見（早いもの、遅いもの）。
 - ・地球の核が内核と液体の外核に分かれていることを発見。
- ・地質学者モホロビッチ：大陸や海洋底で地震波の速度が急に変化する

◇大陸移動を示すプレート・テクトニクス理論の産声

- なぜ、ヒマラヤ山脈に海に生息していた貝の化石があるのか？。
- なぜ、海を隔てた大陸に類似の化石や地層の重なりがあるのか？。
- なぜ、地震と火山が起きるのが特定の地域なのか？？？

ベルギーの地理学者アブラハム・オルテリウス：

⇒大西洋を挟んで2つの大陸の海岸線が一致するように見える。1596年

南北アメリカは地震と洪水によってアフリカから引き裂かれたと考えた。

1885年、オーストラリアの地質学者エドアルト・ジュースはインド、アフリカ、南アフリカで発見された植物の化石が似ていることに気づく。

このことから、3つの大陸は陸橋で結ばれており、「超大陸ゴンドワナ」だと考えた。

1912年、独逸の気象学者ウエゲナーが大陸移動説を提唱。

一つの大きな大陸「超大陸パンゲア」がいくつかの大陸に分離、移動したと考えた。

1911年からこの説の証拠集めに奔走する。

北アメリカ東部のアパラチア山脈とスコットランド高地の化石や岩石が一致している。

イギリスの地質学者アーサー・ホームズ：

マントル内部で起こっている対流が巨大な岩板を動かしている。説を提唱

1960年、アメリカの地質学者ハリー・ヘス⇒その説をもとに中央海嶺では新しい海底の岩盤が作りだされ、海洋底が海嶺の両側に広がるという「海洋底拡大説」を唱えた。

1929年古地磁気学者の松山基範は、磁場の逆転を提唱している

1960年代後半、地殻が10枚前後の移動するプレートからなるという説が検証された。

ウエゲナー提唱した「超大陸パンゲア」だった。プレート・テクトニクス理論が生れた。

◇大気を解き明かす科学者のバトン

大気が動く原因とその動き方（メカニズムは不明だった）

・紀元前550年：古代ギリシャの哲学者アナクリマンドロス

風の本質は空気の流れであり、太陽に動かされて起こる。（ほぼ正しい）

・1686年、イギリスの天文学者エドモンド・ハレー：

風を起こす原因は太陽熱である。熱帯地方で暖まった空気は上昇し、高緯度地方の空気が流れ込み、風が起こると想定していた。

・1700年代初め、イギリスの気象学者ジョージ・ハドレー 大気循環モデルを発表。

赤道付近は太陽熱で温められ、空気は上昇、上空で高緯度の南北へ移動し、冷えて空気は下降する。気圧差により、地上では高緯度帯から赤道に向かって風が吹くという。

東から西に風が吹く理由を1735年、ハドレーは、西から東に回る地球の自転がそうさせるといった。この地球の自転による効果を1835年、フランスの数学者コリオリが精密にして「コリオリの力」として提唱した。

1. 北海道大雪山

s1:100万年~50万年	高根ヶ原、緑岳下部溶岩
s2:50万年~20万年前	前期安、永山岳など
20万年~3万年	しゅん雲岳、白雲岳、黒岳など
3万年前	御鉢平カルデラの形成
~現在	旭岳、龍ヶ岳などの形成

2. 御嶽山

富士山に次ぐ高さ、活火山

約75万年前から42万年前まで活動。30万年休止、9万年前からも活動
複合成層火山。

2014年、剣が峰の南側斜面で噴火が起こり、登山者58人が犠牲となる。

3. 富士山

70万年前~20万年前頃： 小御岳火山時代の時代

10万年~1万7000年前後： 古富士火山の時代

1.7万年前~現在 新富士火山の時代：

歴史時代の主な噴火

延暦の噴火(800~802年)

貞観の噴火(864年)

宝永噴火(1707年)

青木ヶ原溶岩を大量に流出

12月16日噴火・・・江戸に多量の降灰

4. 阿蘇カルデラ

25万年前~現在

シラス台地と巨大カルデラ

9万年前

この時の噴火の火山灰、北海道でも

15cmの厚さで地層に残されている。

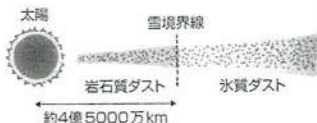
大規模火災。

1 宇宙

太陽系の惑星の誕生

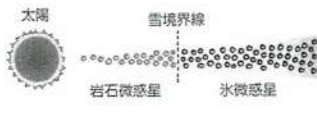
①ダストの円盤

宇宙にちらばった微粒子は太陽周辺に円盤状に集まった。現在の火星と木星の間を境界(雪境界線)に、太陽に近い側は岩石質ダスト、太陽から遠い側は岩石と氷の混じった氷質ダストになった。



②微惑星の生成

太陽の周りにはあるダストが集まり、直径kmほどの微惑星がいくつも生成された。雪境界線をはさんで太陽に近い側は岩石微惑星がで、太陽から遠い側には氷微惑星ができた。



③原始惑星の生成

微惑星は衝突合体を繰り返すことでさらに大きな原始惑星へと成長していった。太陽に近い側には水星や火星程度の岩石原始惑星が20個ほど生成され、遠い側でも同様に氷原始惑星が生成された。

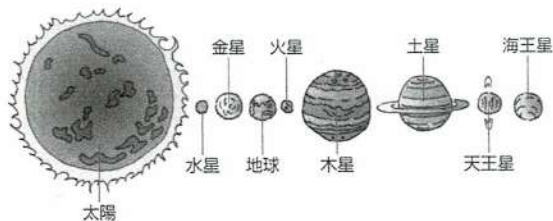


④惑星の生成

岩石原始惑星はさらに衝突合体し、水星、金星、地球、火星が誕生した。衝突合体して成長した氷原始惑星のうち木星と土星は周辺にガスを集め巨大ガス惑星になり、天王星と海王星は巨大氷惑星になった。



太陽系の星たち



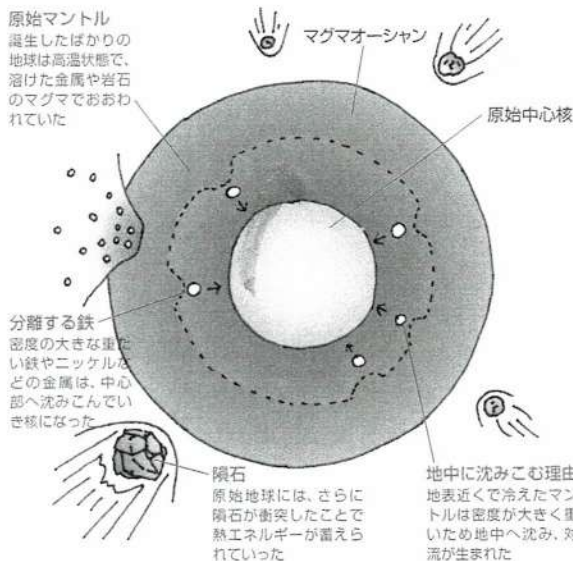
15

1 宇宙

衝突、合体して生まれた地球



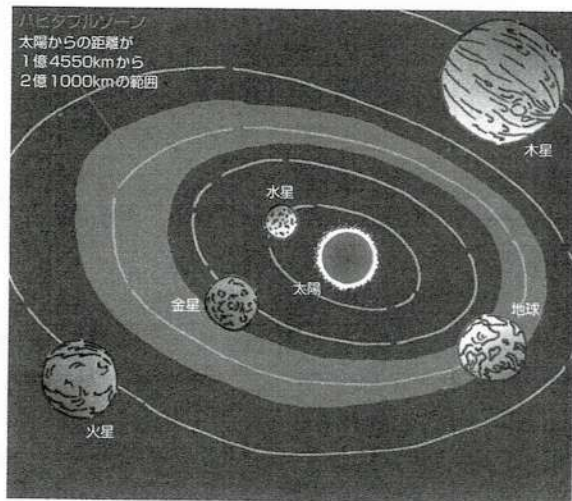
マグマでおおわれた生まれたばかりの地球



17

1 宇宙

ハビタブルゾーン



金星・地球・火星

	金星	地球	火星
太陽からの距離 (km)	1億820万	1億4960万	2億2794万
平均温度 (°C)	464	15	-53
水の形態	水蒸気	液体	氷
大気の主な成分 (%)	窒素	1.8	78.1
	酸素	-	20.9
	アルゴン	0.02	0.93
	二酸化炭素	98.1	0.035

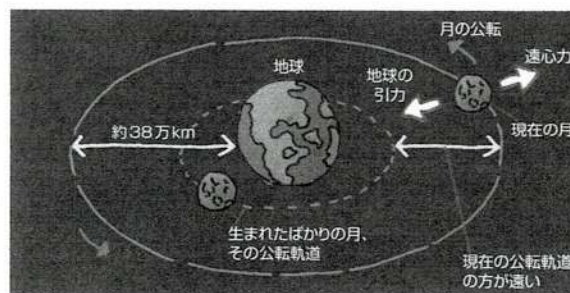
19

1 宇宙

月ができるまで

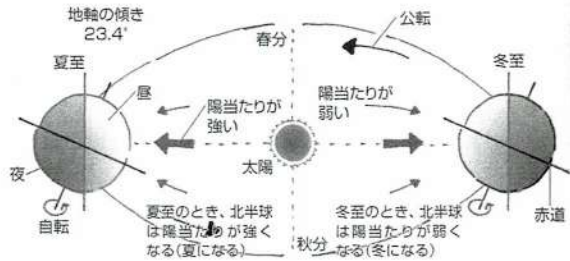


地球から離れる月

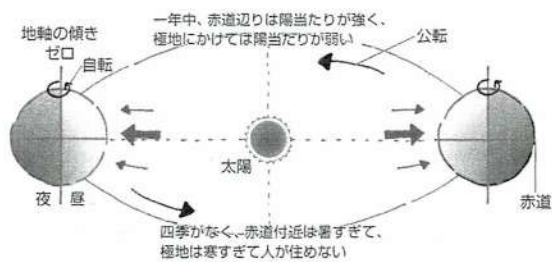


21

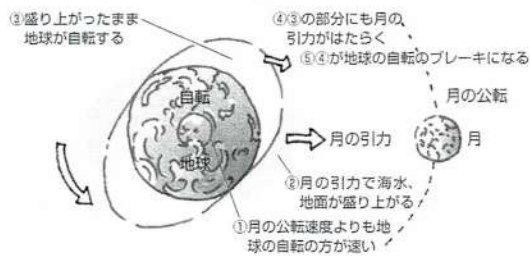
地球に四季がある理由



もし、地軸が傾いていなかったら...

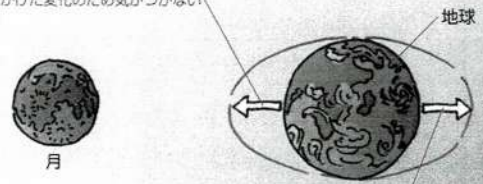


地球の自転速度を遅くする月

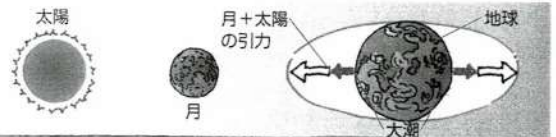


月の引力が地球に及ぼす影響

月が地球を引っ張る力(引力)。海洋面は50cm、地面は30cm上下する。しかし、半日かけた変化のため気がつかない。



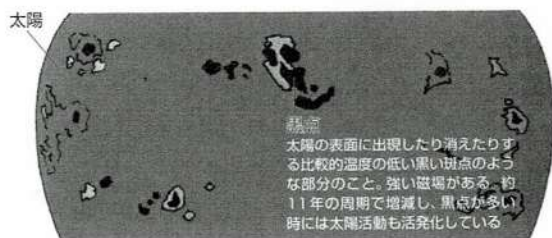
月と太陽の引力が地球に及ぼす影響



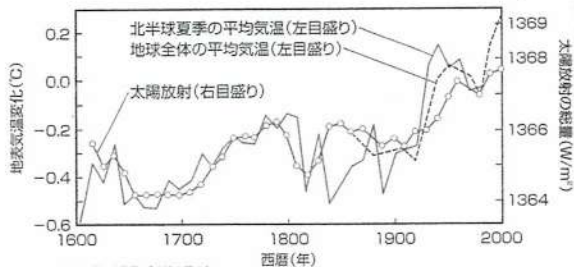
太陽の引力は遠くにあるため、月の引力より弱く働く



太陽の黒点



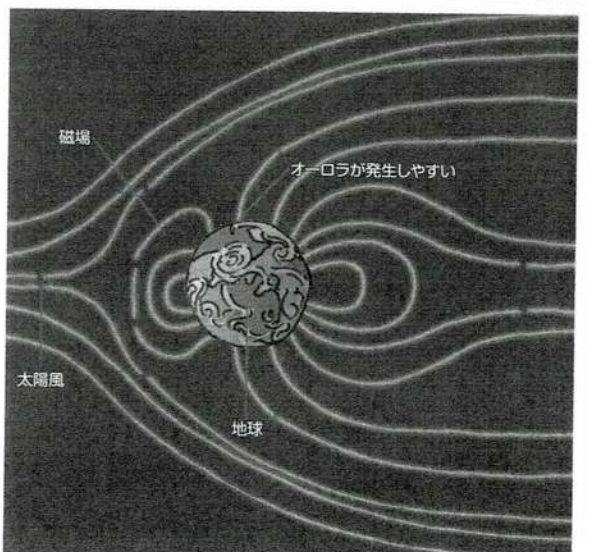
太陽放射と気温の関係

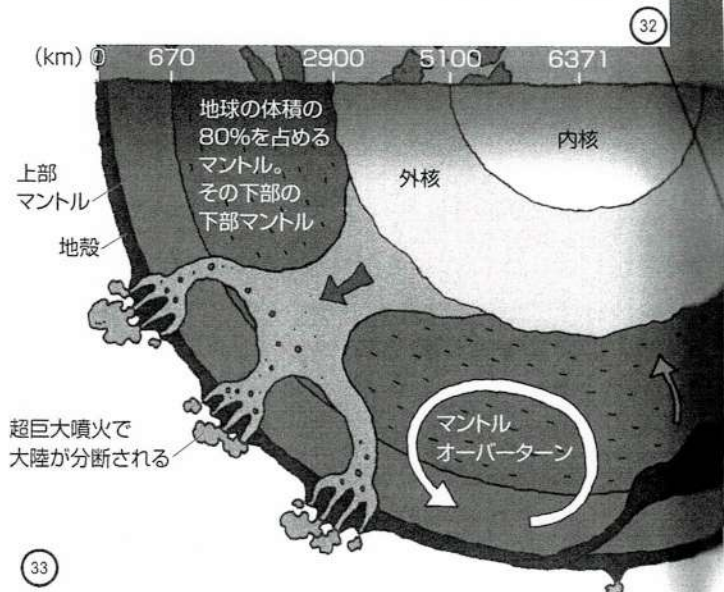
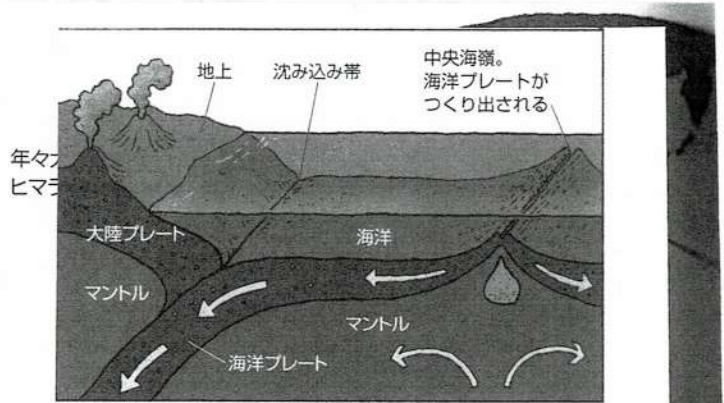


太陽の磁場が地球を守る



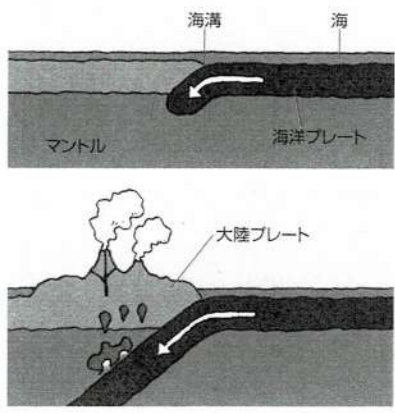
太陽風から地球を守る磁気圏





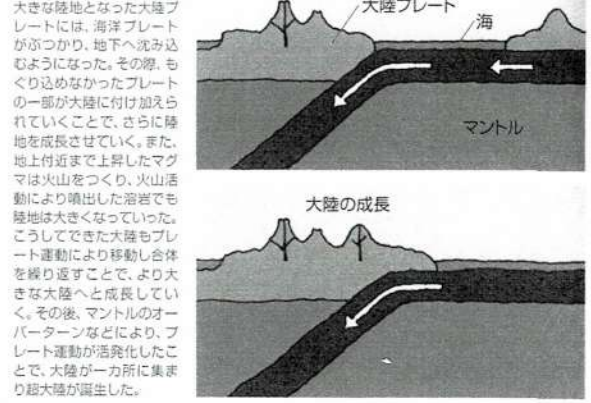
大陸誕生から成長へのメカニズム

2 大地



大陸誕生
地球表層部でプレート運動が始まると海洋プレートは別のプレートの下へと沈み込む。沈み込んだプレートと一緒に地下へ運ばれた水分がマンテル内の岩石を溶かしマグマを作る。マグマはマンテルより軽いため、ある程度たまると地表近くまで上昇していく。上昇したマグマは冷やされてかたまり、陸地ができる。さらにマグマの一部は噴火して火山をつくる。こうしたことが地球上のいたるところで発生し、小さな孤島がたたくつられていった。そして、孤島が移動し合体することで、さらに大きな陸地へと成長していく。

大陸の成長



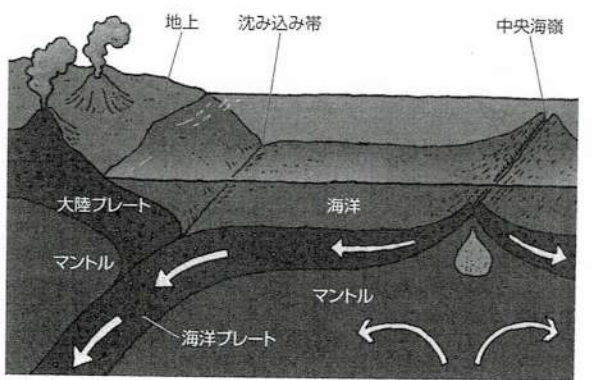
大陸の成長
大きな陸地となった大陸プレートには、海洋プレートがぶつかり、地下へ沈み込むようになった。その際、もくろみなかったプレートの一部が大陸に付け加えられていくことで、さらに陸地を成長させていく。また、地上付近まで上昇したマグマは火山をつくり、火山活動により噴出した溶岩でも陸地は大きくなっていった。こうしてできた大陸もプレート運動により移動し合体を繰り返すことで、より大きな大陸へと成長していく。その後、マンテルのオーバーターンなどにより、プレート運動が活発化したことで、大陸が一カ所に集まり超大陸が誕生した。

十数枚ある地球のプレート

2 大地

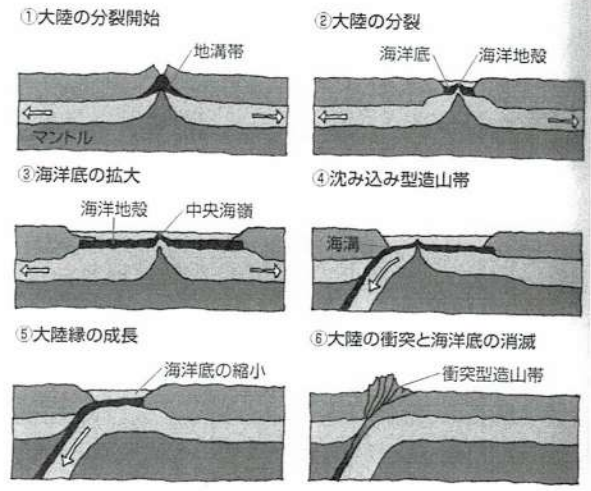


プレートの一生

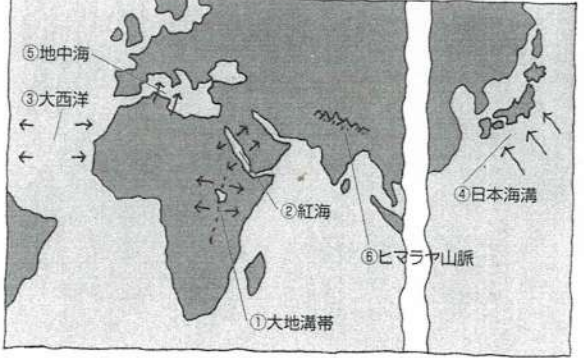


ウィルソンサイクル

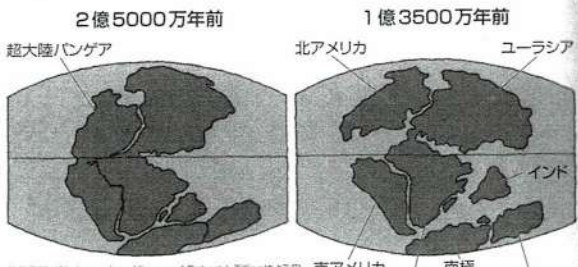
2 大地



上図の①～⑥のウィルソンサイクルがみられるところ

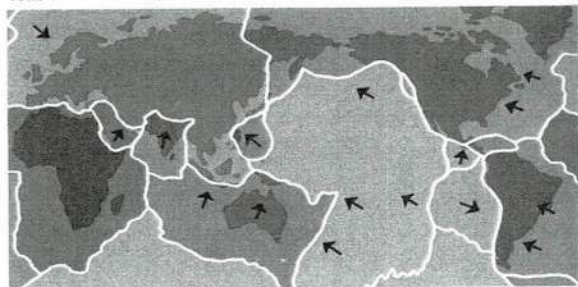


2億5000万年前から2億5000万年後までの大陸移動



参考文献: W. Jacquelynne Kiou and Robert L. Tillingによる図

現在のプレートの動き

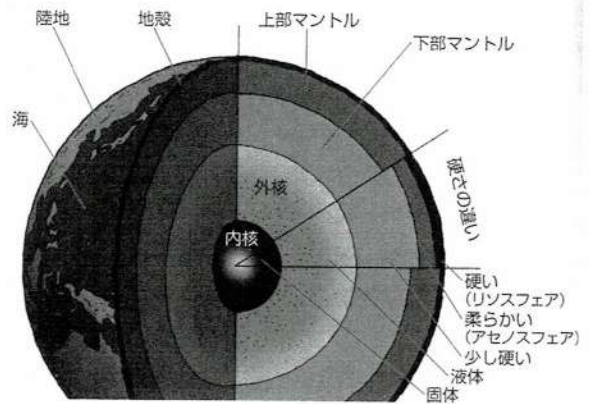


2億5000万年後(超大陸アメイジア誕生説)

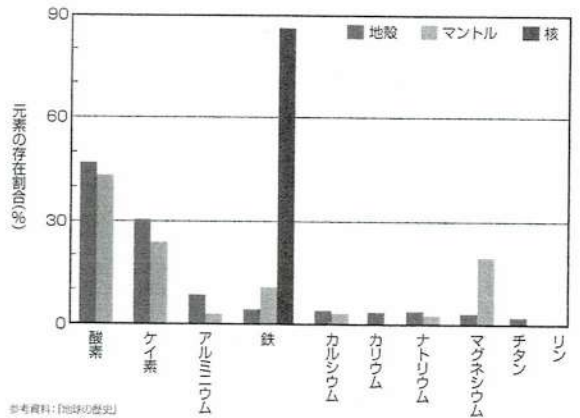


参考文献: 岩田昌樹による図

地球の内部構造

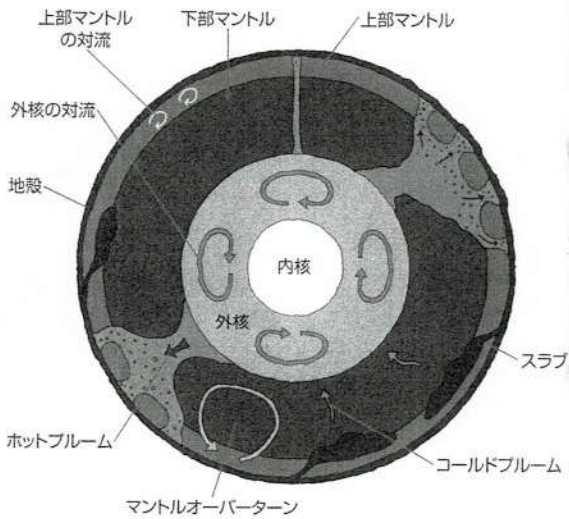


地球を構成する物質

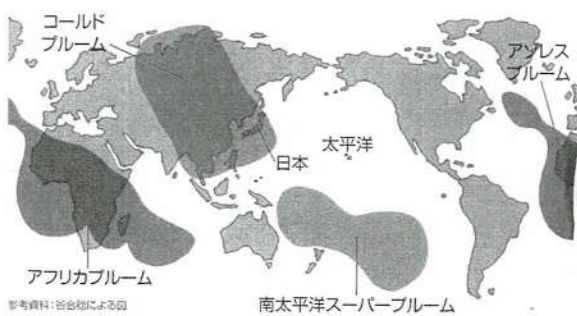


参考文献: 『地球の歴史』

地球内部のブルームのようす

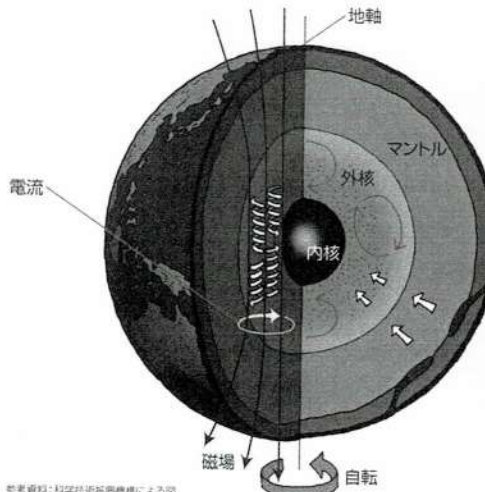


世界地図から見たブルームの分布



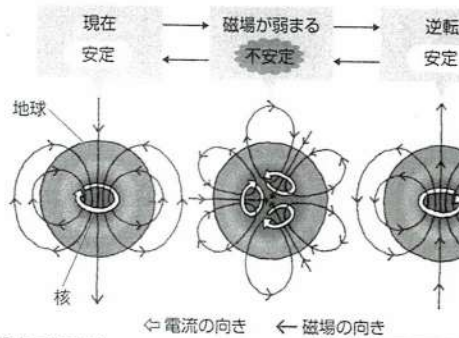
参考文献: 谷本裕による図

磁場が発生するメカニズム



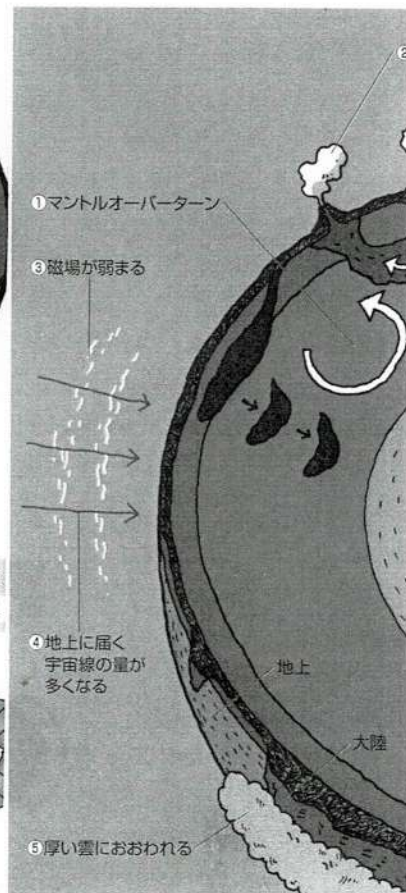
参考文献: 科学技術振興機構による図

磁場の逆転現象

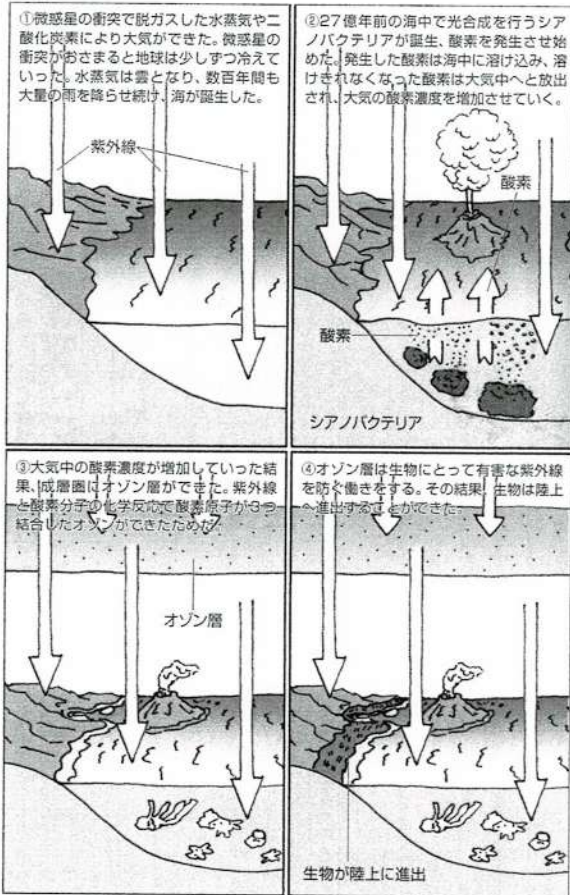


参考文献: asahi.comの図

超巨大噴火から寒冷化にむかう



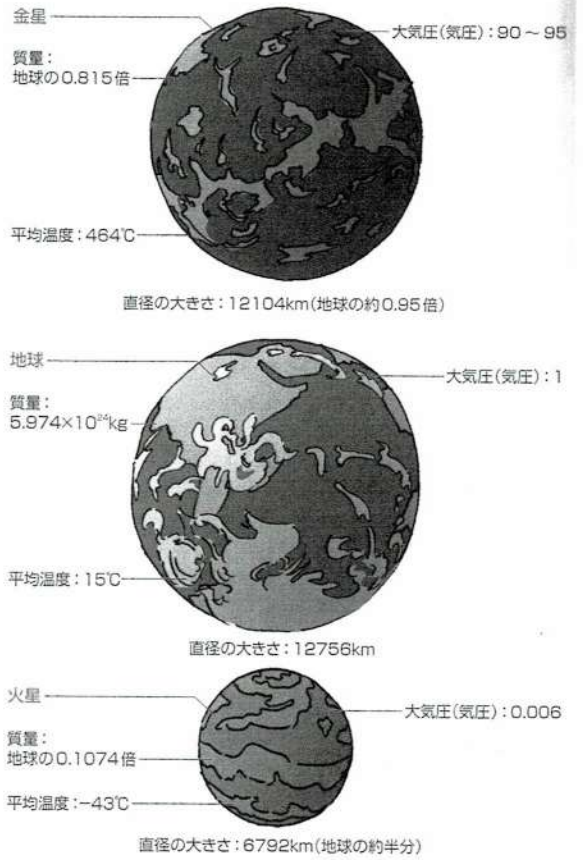
海から地上にもたらされた酸素



3 大気

57

金星・地球・火星のサイズ



3 大気

59

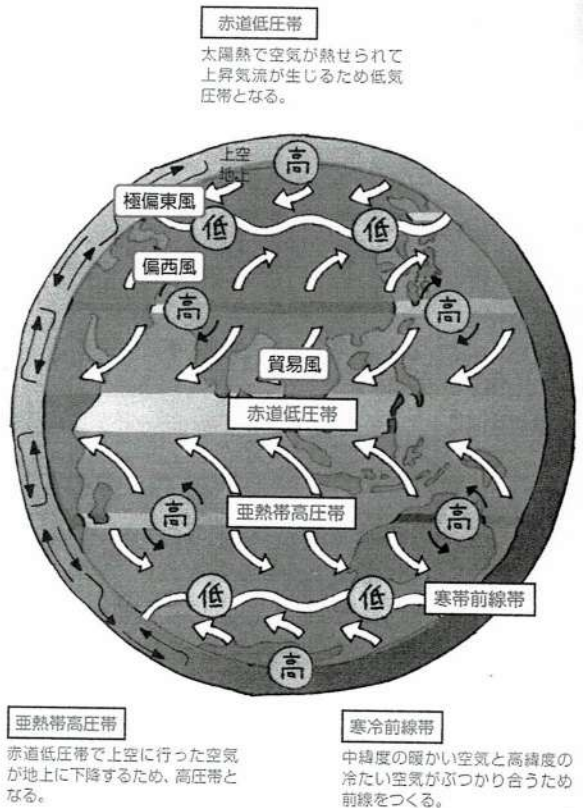
大気の構造



3 大気

61

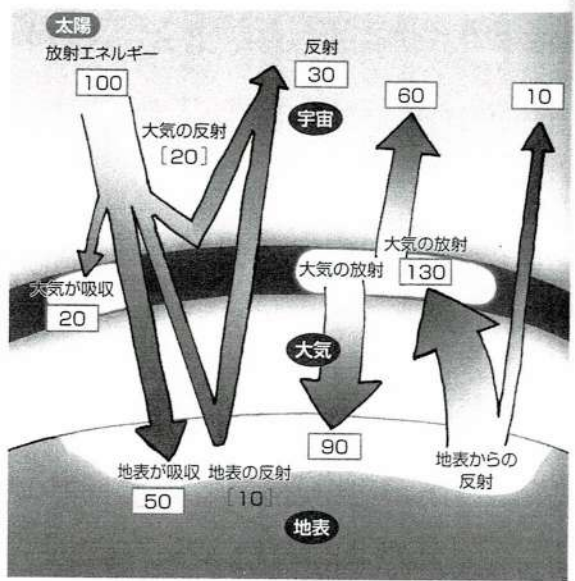
大気の大循環



3 大気

63

地表の熱収支



太陽から地球に届く熱エネルギーを100とした場合、地球から出ていく量も同じ100になっている。その結果、地球の平均気温は安定している。

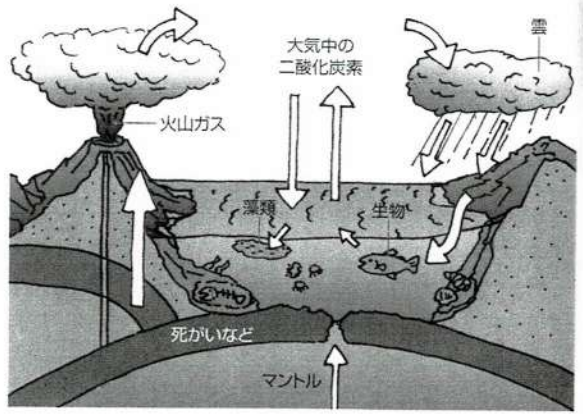
太陽から放出された熱エネルギー(100)は、地上へ届くまでの間に、大気の吸収(20)や大気による反射(20)により60まで減少。このうち10は地表で反射するため、地表に吸収される熱エネルギーは50になる。さらに温室効果ガスからの放射(90)がプラスされ地表に吸収される熱エネルギーの合計は140になる。

温室効果ガスからのエネルギー量が大きいのは、地表と温室効果ガスの間で熱エネルギーをキャッチボールするように循環させているためだ。

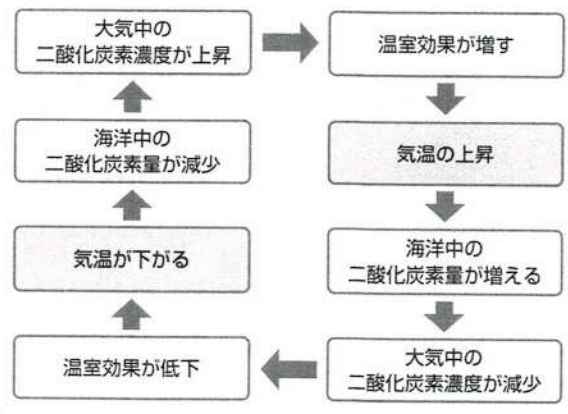
一方、地表に吸収された熱エネルギー(140)はその後、放射され、そのうちの130は再び温室効果ガスにいったん吸収。残りの10は宇宙へ放射される。また、温室効果ガスに吸収された130と前述の太陽からの20が合わさり、温室効果ガスからのエネルギー量は150となるが、そのうち60が宇宙へ放出されるため90が残る。

以上のように宇宙へ放出されるエネルギー量の合計も、大気の放射(20)と地表の放射(10)、地表からの放射(10)、温室効果ガスからの放射(60)で100となる。

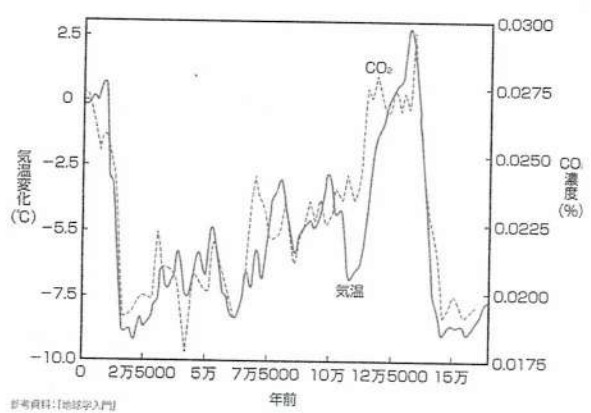
地球を循環する炭素



気候が安定するしくみ

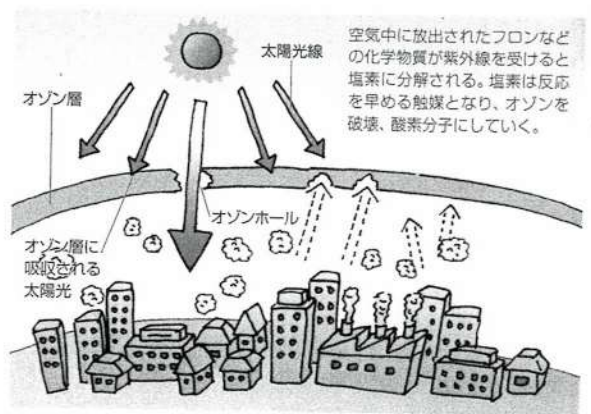


二酸化炭素と気温の変化

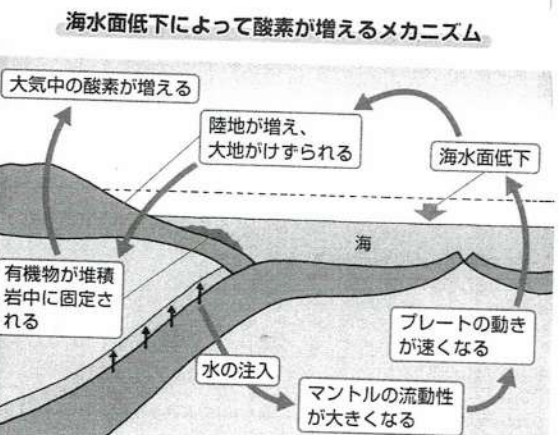
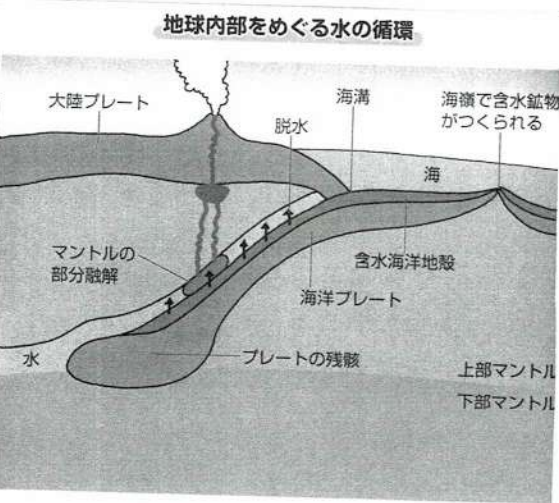
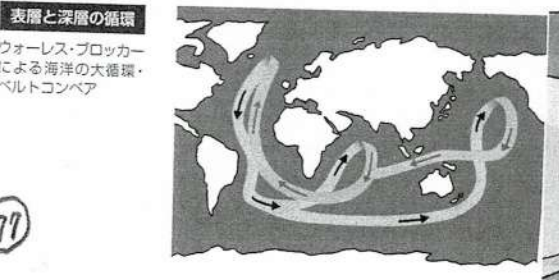
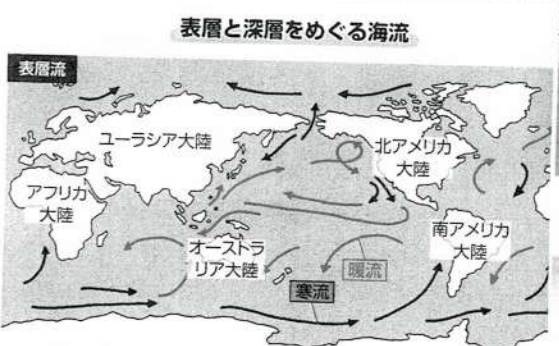
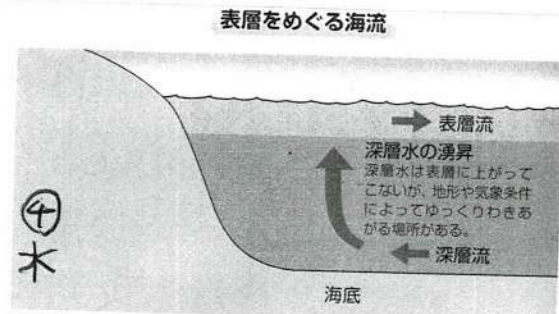
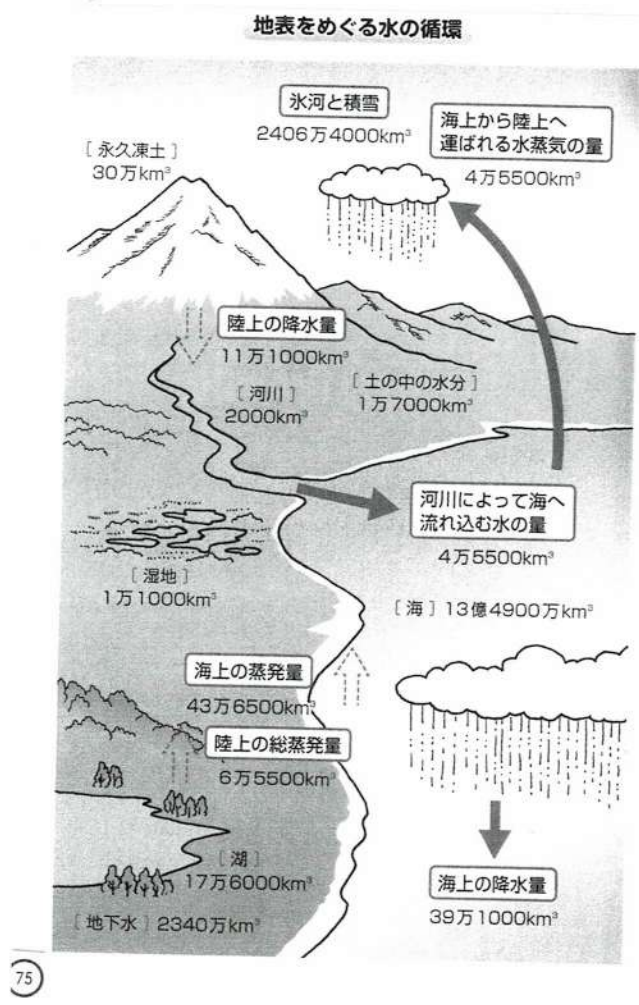
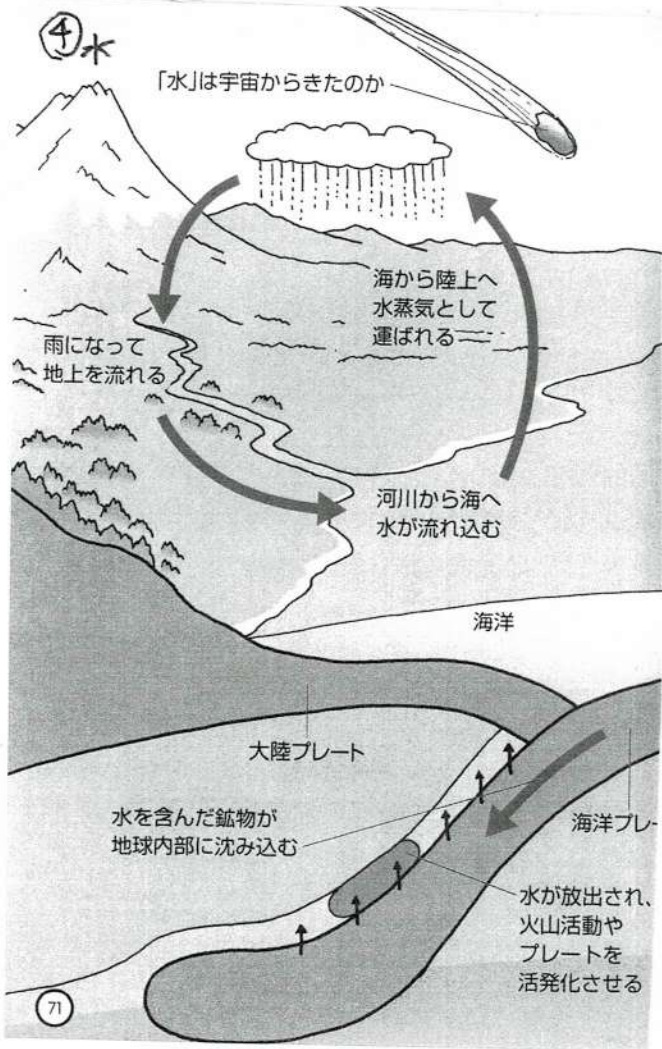


参考資料:『地球学入門』

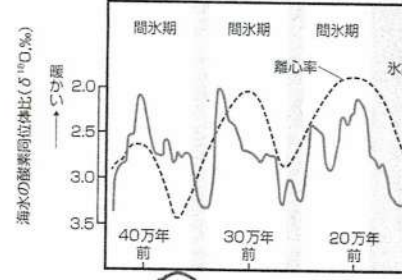
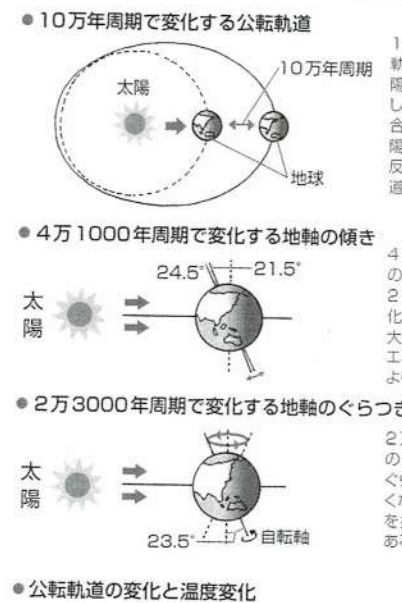
オゾンホール



6



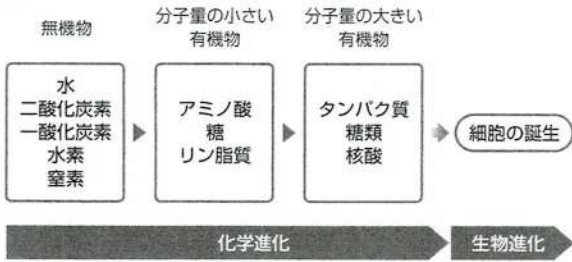
ミランコビッチ・サイクル



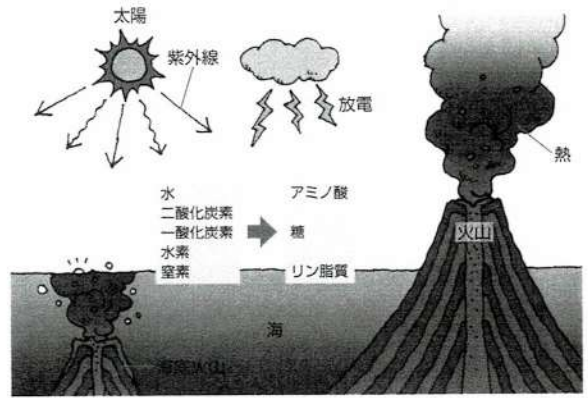
参考資料：火山活動による

7/

生命の化学進化



生命起源の原始大気説

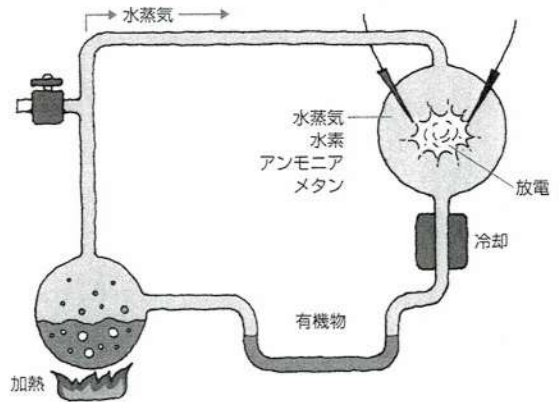


宇宙生命起源説



5 生命

ミラーの実験

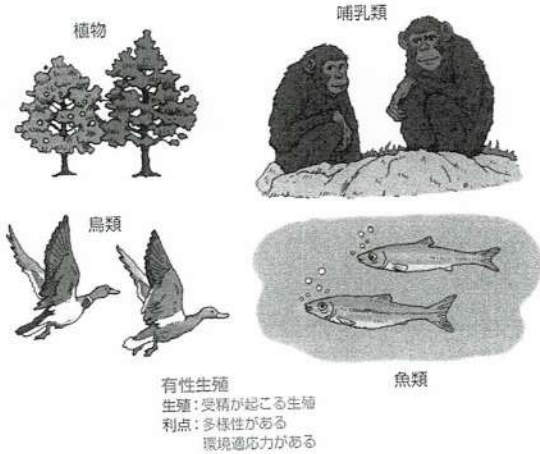


5 生命

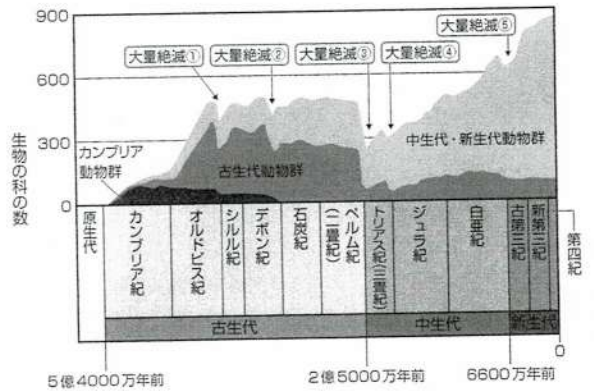
91

93

有性生殖と無性生殖



5度の大量絶滅と生物の種類の減少



5度の大量絶滅の原因

時期	大量絶滅の考えられる原因
大量絶滅① カンブリア紀末 (4億4300万年前)	氷河時代の到来により海面の凍結や水位が変動。浅瀬に住む生物の多くが絶滅。または、スーパーホットブルームによる火山の大噴火が原因とも考えられている
大量絶滅② デボン紀後期 (3億7000万年前)	温暖な気候から大規模な寒冷化に変化。海面の低下などで多くの海の生物が絶滅
大量絶滅③ ヘルム紀末 (2億5200万年前)	史上最大規模といわれる絶滅事件。酸素濃度低下で、9割の生物が絶滅。大規模なマグマの噴出が原因とみられる
大量絶滅④ 三畳紀末 (2億100万年前)	酸素濃度の低下により陸と海の生物の多くが絶滅。大洋の海底で起きた巨大な火山活動が原因と考えられている
大量絶滅⑤ 白亜紀末 (6600万年前)	隕石の衝突により大気が多量のチリでおおわれ、気温が低下

5 生命

5 生命

99

101

